UNIVERSITÉ PARIS-SUD - FACULTÉ DE MÉDECINE PARIS-SUD

ANNÉE 1975

N° 174

THESE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'État)

par

WYBO Nicole

née le 24 Octobre 1947 à Soisy-sur-Seine

Présentée et soutenue publiquement le 1975

L'HOMME FACE AU BRUIT

Président : M. le Professeur SAPIN JALOUSTRE

UNIVERSITÉ PARIS-SUD - FACULTÉ DE MÉDECINE PARIS-SUD

ANNÉE 1975 N°

THESE

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'État)

par

WYBO Nicole

née le 24 Octobre 1947 à Soisy-sur-Seine

Présentée et soutenue publiquement le 1975

L'HOMME FACE AU BRUIT

Président : M. le Professeur SAPIN JALOUSTRE

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

A ma Famille

A mes Amis.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544725_0045

A Monsieur le Professeur SAPIN - JALOUSTRE

qui m'a fait le grand honneur de bien vouloir accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici le témoignage de ma reconnaissance.

A Monsieur le Professeur G. MANIGAND

avec toute ma gratitude.

L'HOMME FACE AU BRUIT

- INTRODUCTION et PLAN

- DEFINITIONS : SON et BRUIT

- LOIS PHYSIQUES : - Notion de FREQUENCE en Hertz
  - Intensité accoustique le DECIBEL

- MESURE du BRUIT :
  - le microphone
  - le sonomètre
  - analyse fréquentielle

- EFFETS du BRUIT sur la SANTE PHYSIQUE et MENTALE de L'HOMME :

A - I sur l'AUDITION
III sur le SOMMEIL
III notion de SENSIBILITE INDIVIDUELLE
IV sur le SYSTEME NERVEUX
V sur d'autres SYSTEMES

B - Les effets des stimulations sonores au NIVEAU PSYCHO SENSORIEL

I effets du BRUIT ISOLE
II effets d'un BRUIT CONTINU
III effets d'un SON REPETITIF
IV effets de STIMULATIONS SONORES EXCESSIVES
V RELATION entre DEUX STIMULATIONS SONORES
VI effets d'un bruit sur une PERCEPTION VISUELLE

Notion de "SIGNIFICATION" d'un BRUIT
Le bruit "pour soi" - Le bruit "en soi"

- COMMENT DIMINUER LE BRUIT :

I Eloigner les SOURCES de BRUIT
II SUPPRIMER les sources de BRUIT
III AMORTIR les VIBRATIONS SOLIDES
IV ISOLER du BRUIT
V ABSORBER Le BRUIT
VI autres RECHERCHES en cours

1) l'habitation
2) la circulation au sol
3) le bruit des avions
4) l'industrie mécanique générale

- LEGISLATION et REGLEMENTATION

I sur le plan LOCAL
II sur le plan NATIONAL

- CONCLUSION

- BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

A la différence des autres nuisances, le bruit est un fléau pour l'homme depuis la plus haute antiquité. Jevenal invectivait les bruits de Rome et l'on recherchait un remède aux vibrations produites par les chars.

Boileau au XVIIè siècle s'en prenait aux bruits de Paris.

Mais à l'heure actuelle le bruit est partout : à la ville, à la campagne, dans les foyers, dans le travail, dans les loisirs, dans les transports.

Malgré l'ancienneté de cette nuisance nous connaissons mal le phénomène "bruit" : nous connaissons mal les infra-sons ; nous ignorons beaucoup de choses sur les conséquences physiologiques et psychiques du bruit.

Mais pour obtenir l'assainissement de notre environnement sonore il est nécessaire de connaitre :

- d'une part les lois psychiques de production et de transmission du bruit
- les moyens de mesure (on ne connait bien que ce qu'on sait mesurer).
- les effets sur la santé de l'homme et les effets psycho-physiologiques.
- les possibilités techniques de diminution du bruit à la source et lors de sa propagation
- enfin la législation et la réglementation du bruit.

DEFINITION

Qu'appelle-t-on son ?

et qu'appelle-t-on bruit ?

Les bruits naturels font partie de l'environnement normal de l'homme et sont nécessaires à l'information et aux communications sociales. Depuis l'origine de l'humanité, la parole et la musique sont l'apanage de l' "Homo Sapiens" et transportent des messages sémantiques et esthétiques indispensables à la vie sociale.

Considérée essentiellement comme science des sons, l'acoustique se confondait autrefois avec la musique et ce n'est que fort récemment qu'elle est devenue cette technique multiple, tenant à la fois de la mécanique, de l'aérodynamique, de l'électronique, de la physiologie et de la psychologie.

L'invention du téléphone, puis celle de la radioélectricité, redonnèrent à l'acoustique une nouvelle actualité, toujours dans le sens d'une science de la musique et de la parole, mais cette fois, transmises à distance, enregistrées et reproduites.

Mais pendant que se développaient de merveilleuses techniques sonores, les mécaniques puissantes et rapides empoisonnaient l'air de leurs bruits, inutilisables sous-produits des transformations d'énergie.
Dans un de ses aspects, l'acoustique qui fut l'art de produire des sons devient maintenant une technique pour s'en défendre.

En effet la plupart des bruits proviennent des moteurs et mécaniques qui transforment l'énergie pour notre bien-être, notre confort. Mais par un retour injuste des choses, les bruits dont nous cherchons à nous protéger ne sont pas toujours les ébranlements inorganisés de mécanique ou des fluides mais aussi des "sons" agréables pour d'autres qui du fait des facteurs personnels, d'environnement... deviennent un bruit odieux ; et il conviendra de distinguer les bruits provoqués par le particulier des bruits provoqués par le service public.

L'Association française de normalisation donne du bruit la définition suivante :

" Est bruit :
- toute sensation auditive désagréable ou gênante,
- tout phénomène acoustique produisant cette sensation,
- tout son ayant un caractère aléatoire qui n'a pas de composantes définies.

LOIS PHYSIQUES

Pour le physicien, le son est un ébranlement élastique des éléments du milieu où il se produit, ce milieu étant un gaz (atmosphère), un liquide ou un solide.

Son image bien connue est celle des rides à la surface de l'eau. De même que les "ronds dans l'eau" ou les vagues de la mer, loin des rives, ne sont que des fluctuations autour d'une position moyenne immuable ; les ondes sonores sont des oscillations de molécules sans déplacement général : l'onde sonore est une agitation organisée que chaque molécule transmet à ses voisines et l'effort mutuel ou pressior dans le gaz se propage, avec une vitesse appelée célérité du son qui, dans l'air à 15°C, a pour valeur : 340 mètres par seconde. La valeur de cette pression, en chaque point et à chaque instant, est l'une des principales caractéristiques physiques du son. La pression et les autres grandeurs qui lui sont liées, telle que la densité de l'air, la vitesse vibratoire des particules... repassent souvent par la même valeur.

Le cas particulier le plus simple est celui d'un son pur (note de musique) obtenu par une oscillation régulière de pression. Une image d'un tel mouvement est donnée par un poids suspendu à un ressort : écarté de sa position d'équilibre et lâché, il décrit un mouvement alternatif simple (sinusoïdal).

De même, une lame encastrée à une extrémité, un haut-parleur en fonctionnement vibrant et communiquant partiellement leurs mouvements aux molécules d'air, accomplissent un cycle et ces mouvements sont caractérisés par le nombre de cycles décrits par seconde ou "HERTZ". Hertz qui mesure la fréquence. Par exemple le "La" des musiciens est 440 Hz.

De même que la pression d'une onde sonore agissant sur l'oreille est responsable de la sensation d'intensité sonore (bruyance ou SONIE, en français), de même la fréquence est responsable de la sensation de hauteur tonale :

- son grave : si la fréquence est faible (20 à 500 Hz)
- son aigu : si elle est importante (2000 à 10 000 Hz)
- infra-sons : trop graves pour être entendus
- ultra-sons : trop aigus au-delà de 15 à 20 KHz

Si au lieu d'une seule note donnée par un tuyau d'orgue nous faisons un accord (jeu d'orgue) cette superposition donne un son composé, mouvement périodique formé de la somme d'oscillations, de fréquences multiples d'une même fondamentale et dites "harmoniques". Ces composantes caractérisent le timbre de l'instrument.

Si les différentes fréquences ne sont pas en relation simple, on entend des sons plus ou moins dissonants :

enfin si l'ébranlement acoustique est absolument irrégulier, aléatoire, il produit un bruit et on démontre que ce bruit est encore la composition d'un ensemble extrêmement grand d'oscillations périodiques ayant une amplitude très petite.

L'INTENSITE ACOUSTIQUE - Le DECIBEL

La propagation d'une onde exige un débit d'énergie ou puissance. En mécanique la puissance est la possibilité de produire un travail en un temps donné. Sachant que le travail est lui-même le produit d'une force "F" par le déplacement qu'elle impose là où elle s'applique.

L'onde sonore déplace les molécules avec une certaine vitesse ce qui ne couterait pas grand chose, puisque le mouvement moyen est nul, mais ce mouvement, comme les ronds dans l'eau, gagne de proche en proche ; l'onde est donc une propagation d'énergie, et le flux d'énergie transmis à chaque instant à travers l'unité de surface est par définition l'intensité sonore de l'onde, mesurée en watts par mètre carré et qui est proportionnelle au carré de la pression sonore.

Les intensités à considérer en acoustique couvrent une étendue énorme ; indiquons, par quelques exemples, les valeurs que peuvent atteindre les puissances acoustiques mesurées dans cette unité, le watt, dont il faut dépenser 60 ou 100, sous forme électrique pour avoir par incandescence, une bonne lumière.

Quelques exemples :

- Le Tic-Tac d'une montre, dans le silence, audible à plusieurs cms, représente une pression d'émission sonore très inférieure à 1 millionième de Watt.

- la voix humaine se mesure en milliwatts

- un haut-parleur d'un appareil radio émet une puissance de l'ordre du watt.

- deux dames dans un salon doivent parler pendant un an pour produire une énergie égale à celle nécessaire pour faire bouillir deux tasses de thé.

- un turboréacteur émet quelques Kwatts sous forme de bruit.

- un propulseur à poudre de gros calibre dépasse les millions de watts acoustiques (saturne = 400 M. watts)

En acoustique on utilise l'échelle logarithmique, elle a un double avantage :

- comprimer l'écriture de nombre parfois trés étendus
- suivre un peu mieux la sensibilité de l'oreille.

NIVEAUX de BRUIT (en dB)

BRUITS d'origine diverse - dB -		BRUITS d'origine professionnelle - dB -	
- Voix chuchotée	20	- Tours	85 - 95
- Tic-Tac d'une montre à 1 mètre	30	- Scie circulaire (à bois)	100 - 110
- Conversation	60	- Sableuse	118
- Bruit de la rue	40 - 70	- Presse à découper	95 - 105
- Voiture de sport	80 - 95	- Rivetage et burinage de feuilles d'acier	130

LOI de FECHNER :

La sensation varie comme le logarithmie de l'excitation

Le logarithme du rapport de deux intensités est par convention appelé niveau relatif, exprimé en Bels.

En fait on utilise le décibel (symbole = dB) qui est 10 fois le logarithme précédent.

LE NIVEAU ABSOLU d'un bruit se mesure par le rapport de son intensité à une intensité de référence choisie par convention internationale et il est exprimé dans l'échelle logarithmique par un nombre de décibels qui est 10 fois le logarithme de ce rapport.

Le "SEUIL ZERO" dB est le seuil d'audibilité d'une oreille parfaite, pratiquement exceptionnelle à notre époque

- 40 dB est un bon niveau
- 100 dB est pénible
- 120 dB est dangereux
- 150 dB peut fissurer des tôles.

Or le seuil pour un son pur, correspond à une pression sonore qui oscille autour de la pression atmosphérique entre plus et moins 3 dix millièmes de millionièmes de cette valeur (10^{-10}) et le niveau dangereux de 120 dB est une oscillation de 3 dix millièmes de cette atmosphère.

C'est la répétition rapide de surpressions très petites, qui produit sur l'oreille la sensation sonore, le gêne, la fatigue, ou la lésion auditive suivant l'intensité et les fréquences. Pour diminuer un niveau sonore d'un certain nombre de dB il faut donc diviser l'intensité par un nombre dont la pression est 10 fois le logarithme.

- Ainsi doubler une intensité sonore c'est ajouter 3 dB car 10 log. $2 = 3$

- Abaisser de 20 dB c'est diviser par 100 l'intensité, par 10 la pression.

MESURE du BRUIT

La première mesure acoustique est celle de la pression sonore exprimée en décibels normalisés.

- L'instrument de base est le microphone qui transforme la pression sonore en une grandeur électrique, généralement une tension. Cet appareil doit être précis, fidèle et avoir une sensibilité adaptée aux niveaux sonores qu'il doit mesurer.

Deux caractéristiques essentielles sont la linéarité de la réponse avec la pression et la constance de la réponse en fréquence. De même, à des sons de même pression, mais de fréquence différente, il doit répondre par des tensions électriques de même valeur. Cette dernière condition n'est jamais parfaitement réalisée, l'écart obtenu en fonction de la fréquence est "la courbe de réponse".

En fait l'oreille n'a pas la même sensibilité suivant la fréquence ; les sons graves étant peu audibles, ils doivent moins intervenir dans l'évaluation de la gêne ou de la "bruyance", c'est pourquoi des courbes de correction établies par des normes internationales conduisent à des mesures qui figurent approximativement la sensation sonore.

On introduit cette correction dans l'appareil de mesure au moyen de filtre électrique.

Suivant la courbe de pondération utilisée on obtient la mesure du bruit
- en dB "C" : réponse plate avec coupure aux infra et ultra-sons
- en dB "B" : atténuation des graves et un peu des aigus
- ou dB "A" : atténuations plus fortes.

Dans tous les cas l'atténuation est nulle à la fréquence 1.000 Hz. Le niveau dB "A" est la plus utilisée, car même à des niveaux sonores très variables il rend assez bien compte de la "sonie" dans la majorité des cas pratiques.

- L'instrument qui remplit toutes les fonctions décrites est un sonomètre. Il donne les niveaux A, B, C par simple lecture. C'est un appareil portatif, précis, alimenté par piles.

ANALYSE FREQUENTIELLE

L'indication d'un niveau global est intéressante car elle résume en un seul nombre un état sonore et permet de décrire des "champs sonores" variables dans l'espace. Mais ce niveau global est insuffisant pour une étude plus complète, en particulier, pour remonter à la cause du bruit ou pour étudier la propagation de celui-ci.

L'analyse du bruit est la recherche de la répartition de l'énergie sonore suivant les fréquences.

- L'analyse la plus simple indique la répartition en sons : graves, moyens, aigus.

- Une analyse plus poussée est faite par octave (intervalle des sons compris entre deux fréquences dont la dernière est le double de la première).

. L'intervalle de deux sons est le rapport de leurs fréquences

. La fréquence centrale d'une bande (en Hz) est la moyenne géométrique des fréquences extrêmes.

- L'analyse par octave s'obtient simplement par des filtres électriques, interposés dans les circuits des sonomètres et par commutation ; on lit sur l'appareil de mesure les divers niveaux par octave

- Enfin l'analyse fine, nécessaire dans le cas de bruits comportants dessons purs d'intensité notable est faite avec des intervalles encore plus petits(1/40 d'octave par exemple) ou dans des bandes de fréquence de largeur fixe : 20, 10 ou 3 Hz.

Ces derniers appareillages sont des instruments de laboratoire, ils étudient des bruits préalablement enregistrés. Dans le meilleur cas la courbe de réponse totale à une précision de l'ordre d'1 dB.

Nous allons obtenir des spectres de nature différente :

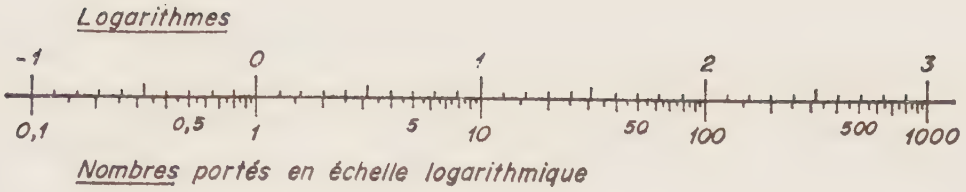
Décibels par octave, par tiers d'octave ou par Hertz.

On ne peut pas les superposer sur un même diagramme mais on peut passer de l'un au suivant par le calcul.

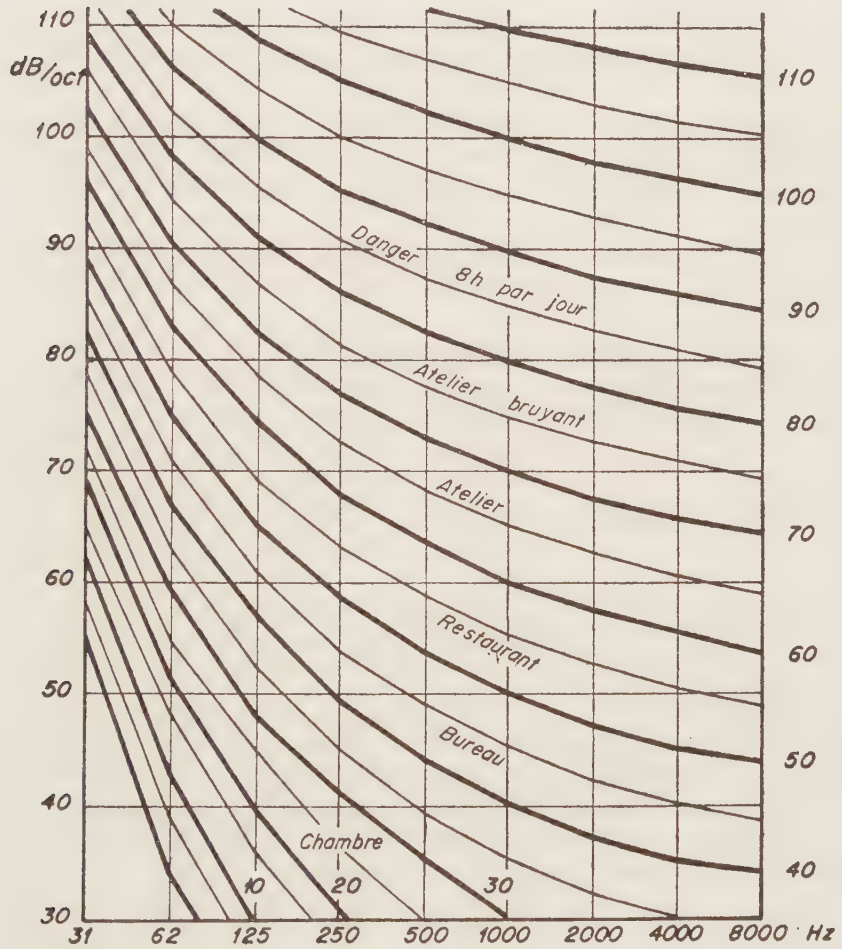
. Une exploitation aisée des spectres d'octave consiste à les reporter sur un canevas de courbes dites "NR"; la cote maximale atteinte indique "l'acceptabilité" de l'ambiance sonore.

. Les spectres de tiers d'octave sont à la base de calcul de niveaux sonores en "phones ou en PN dB".

Ces limites sont utilisées pour l'évaluation de la gêne due au bruit des avions. Le niveau "EPNdB" tient compte aussi de la durée de chaque survol.



1 - Echelles logarithmique et linéaire.



2 - Indices NR d'évaluation du bruit.

Il faut tenir compte des sensibilités particulières du sujet, des difficultés de mesure, de la durée d'exposition ; mais grossièrement on estime à 135 dB l'intensité maximale de bruit non supportable plus de 10 secondes.

Pour 80 dB le risque est déjà important et pour 85 dB il est certain.

Mais ce serait restreindre le problème du bruit que de le limiter à l'atteinte de l'oreille.

Il faut opposer le risque auditif mesurable, que l'on peut prévenir par des mesures de médecine et d'hygiène du travail aux nuisances du bruit liées à la signification de ceux-ci ainsi qu'au niveau de l'information perçue. Le bruit diminue la perception des signaux intelligibles dans la conversation.

La commission technique du bruit du Ministère estime que l' intensité du bruit ne devrait pas dépasser 60 dB "A" de 7 à 22 heures et 40 dB "A" de 22 à 7 heures.

La nuisance est incontestable lorsque cette valeur est dépassée de 5 dB "A" de jour et de 3 dB " A" de nuit.

Aux Etats-Unis on estime que le niveau de bruit des villes augmente de un dB par an !!

Nous verrons plus loin que le bruit peut agir sur la perception, les performances des sujets qui y sont soumis, mais retenons pour l'instant les effets sur le sommeil.

II - Effets du BRUIT sur le sommeil

On sait que la privation de sommeil, ou les troubles de celui-ci, sont un des facteurs de nuisance les plus importants liés à l'environnement. L'Association américaine pour l'avancement des sciences donne les chiffres suivants :

- lès sons de 40 à 45 dB peuvent déjà perturber le sommeil. Chez 10 à 20 % des individus ils entrainent soit une modification de sa profondeur soit l'éveil.

- à 50 dB : 50 pour cents des sujets voient leur sommeil perturbé

- à 70 dB : la plupart des individus se réveillent.

Il n'y a guère d'accoutumance au cours d'étude de nuits successives, si ce n'est peut être pour la tendance au réveil.

Le laboratoire de physiologie de Strasbourg, sous la direction du Professeur Metz a montré que le bruit agissait sur les différents stades du sommeil en fonction :

- de l'intensité
- de la qualité du bruit
- des caractéristiques transitoires

ORIGINE DU BRUIT	POURCENTAGE de Personnes GENEES		
	A leur Domicile	Dehors	Au Travail
Circulation automobile.....	36 %	20 %	7 %
Avions.....	9 %	4 %	1 %
Trains.....	5 %	1 %	0 %
Industrie/travaux de construction	7 %	3 %	10 %
Appareils ménagers.....	4 %	0 %	4 %
Bruits d'impact des voisins...	6 %	0 %	0 %
Enfants.....	9 %	3 %	0 %
Voix d'adultes.....	10 %	2 %	2 %
Radio - télévision.....	7 %	1 %	1 %
Sonneries.....	3 %	1 %	1 %
Animaux domestiques.....	3 %	0 %	0 %
TOTAL.....	99 %	35 %	26 %

D'autre part que le bruit est plus perturbateur pendant la première moitié de la nuit que pendant la seconde.

Mais il faut distinguer les effets selon le seuil du sujet récepteur et ici

III - Les notions de sensibilité individuelle sont très importantes ;

on ne peut pas parler de cas pathologiques vrais, de "névrose de bruit" absolument pure, tout au moins si l'on ne fait pas intervenir la signification des signaux bruyants.

L'importance de la signification des bruits selon la structure et la nature de l'individu, est fondamentale et permet de classer les activités du sujet en cause en fonction d'un niveau de protection ; il serait nécessaire de poursuivre les études des possibilités de travail en différentes ambiances plus ou moins bruyantes, selon l'activité considérée.

Rappelons que la musique dite fonctionnelle s'est répandue dans beaucoup de lieux de travail, en particulier dans les magasins. Il semble qu'elle ait l'intérêt de permettre une diminution de la monotonie de certaines tâches et qu'elle améliore le niveau de vigilance de l'individu. Il en est de même de la radio sur les voitures qui améliore par une augmentation du taux des variétés, la conduite du sujet. Il n'en reste pas moins que dans un magasin par exemple, la musique fonctionnelle redevient un bruit si elle se mélange trop au brouhaha du travail et si elle dure trop longtemps ; mais dans un magasin en général, il semble intéressant de transformer le bruit par une musique fonctionnelle structurée et très variée dans son rythme et le choix que l'on fait des disques pour améliorer l'intérêt des sujets. On diminue la possibilité de reconnaitre des bruits dans l'ambiance.

On peut dire que la musique fonctionnelle limite la rêverie et la fuite dans l'imaginaire.

Le travail avec signaux sonores significatifs importants est différent. Il faut distinguer le travail en présence de signaux très peu redondants, donc non protégés, qui nécessitent une haute insonorisation : des signaux très redondants pour lesquels la protection est plus faible.

IV - Effets du BRUIT sur le système nerveux

Il ne faut pas négliger les réactions des sujets paranoïaques vis-à-vis de certains bruits. C'est un phénomène intéressant qui fait souvent tache d'huile ; la rationalisation des gênes vis-à-vis des nuisances bruyantes étant un phénomène très facile à utiliser dans le cadre de la pathologie de ces sujets particulièrement attirés par le procès.

Par ailleurs des sociologues britanniques soutiennent que les ébranlements mécaniques et supersoniques sont responsables d'une névrose sur trois et de quatre migraines sur cinq.

D'autres études statistiques françaises rendraient le bruit responsable de 70 % des névroses en 1969 alors qu'il ne l'était que pour 50 % en 1965.

V - Effets du bruit sur d'autres systèmes :

- Certains auteurs ont évalué les variations endocriniennes de stress liées au bruit chez l'animal et chez l'homme, le Docteur Sontag a montré que l'on pouvait obtenir des variations différentes de l'E. C. G. du coeur du foetus au cours du bruit et d'une musique choisie par la mère. Il lui est apparu que les variations électrocardiographiques du foetus étaient liées aux variations hormonales du sang de la mère.

- Enfin, un bruit d'une intensité de 85 - 90 dB, c'est-à-dire quatre fois celui d'une voix humaine, accélère la respiration, précipite les battements du coeur, élève la pression artérielle.

- B -

Nous allons montrer, maintenant, à partir de quelques expériences simples, les effets des STIMULATIONS SONORES au NIVEAU PSYCHO PHYSICLOGIQUE

On sait qu'à la suite de Hebb les expériences d'isolement sensoriel ont permis de montrer que la suppression de toute stimulation chez un individu mis au repos sur un lit, avec les doigts entourés de coton (afin de supprimer également les sensations tactiles et articulaires), amène au bout de quelques heures des phénomènes variés qu'on peut systématiser en disant qu'il s'agit d'une perte de références temporo-spatiales, amenant des modifications du temps et de l'espace vécu, des sensations de distorsion ou de dissolution du schéma corporel, voire des hallucinations. Ces phénomènes se produisent en dehors d'un sommeil éventuel.
Le système sans bruit, donc sans stimulations, apparait ainsi comme mortel pour l'homme.

Il est heureusement impossible de supprimer tous les bruits, qui s'ils sont aléatoires, maintiennent une certaine vigilance chez l'être humain. Dans ces conditions on peut étudier :

I

1) L'effet d'un bruit ISOLE :

Nous l'avons étudié dans une cabine et il est remarquable de noter l'effet intense qu'il peut produire. Pour avoir ressenti l'effet d'un simple craquement du bois de la cabine, les sujets présents peuvent affirmer l'importance psychologique d'un bruit minuscule ; un tel bruit court déclenche facilement le sursaut, une réaction d'émotion avec accélération du coeur et de la respiration, variation de la résistance cutanée (R. E. D.) du point de vue E. E. G. il se produit à ce moment là une pointe vertex. Il faut encore signaler l'importance des interprétations qui vont se faire autour de ce bruit, interprétations quelquefois délirantes.
De plus ce bruit va bloquer les processus de pensée intérieure et peut amener des phénomènes d'attente de sa répétition.

Dans une telle ambiance apprécions :

2 2) L'effet d'un BRUIT CONTINU :

A l'opposé du bruit isolé, dont on cherche à connaître l'interprétation et qui perturbe l'état antérieur du sujet, le bruit continu facilite, à la longue, l'isolement du sujet par saturation et élévation du niveau du bruit de fond en augmentant l'isolement ; c'est ainsi qu'un certain nombre d'auteurs pratiquent systématiquement l'isolement sensoriel dans des cabines relativement peu insonorisées, avec saturation en bruit et saturation de la vue en lumière blanche à travers des demi-balles de ping-pong appliquées sur les yeux : le résultat est identique à celui obtenu par un isolement sensoriel parfait sans stimulation.

3) Si nous prenons le cas maintenant d'un SON REPETITIF (toutes les une à cinq secondes), dans le premier temps il va déclencher encore des pointes vertex, puis à la deuxième ou à la troisième répétition une disparition de ces phénomènes et, progressivement, une atténuation des effets électriques, puis c'est une période d'excitation, d'agitation, d'exaspération et de refus qui se termine enfin par une période d'inhibition et de sommeil. Ceci est à rapprocher de la perturbation du sommeil par les transitoires espacés, nous l'avons vu plus haut.

4) Enfin si on soumet un sujet à des STIMULATIONS SONORES EXCESSIVES diffuses, significatives ou non mais extrêmement intenses et variées, on obtient le même effet que par l'isolement sensoriel, c'est-à-dire une destructuration de son schéma corporel et du cours de la pensée, c'est-à-dire qu'une stimulation prolongée redontante ou excessive, non significative ou nulle, donne le même résultat final au bout d'un certain temps.

5) Voyons maintenant la relation entre deux STIMULATIONS SONORES :

Si sur un fond monotone, on introduit une autre stimulation de timbre, de fréquence ou d'intensité différente, la sensibilité à cette stimulation nouvelle est très augmentée par rapport à ce qu'elle aurait être si il n'y avait pas eu la saturation par la stimulation de base ; on retrouve là l'importance du taux de nouveauté qui est une notion banale de l'information, mais si cette deuxième stimulation se structure d'une certaine façon par une répétition, elle devient à son tour redontante et facteur d'inhibition ; les effets du deuxième bruit, finalement, dépendent de son taux de répétition par rapport au premier en dehors de toute signification.

6) Si maintenant, nous étudions les EFFETS d'UN BRUIT sur une PERCEPTION VISUELLE non significative, telle celle obtenue par la perception, yeux fermés, d'un stroboscope (constituée par des formations géométrico-chromatiques mouvantes), une première stimulation sonore amène un changement de la perception visuelle, mais une répétition fait apparaitre d'autres facteurs, en particulier des modifications cycliques de cette perception visuelle si la répétition est régulière avec des mécanismes d'attente. Autrement dit, la réponse de l'encéphale au stimulus visuel, en présence d'un stimulus sonore, dépend dans son type de réponse du taux relatif de liaison entre les deux stimulations par rapport au total ; c'est ainsi qu'on s'aperçoit par cette expérience ou d'autres qu'on ne peut guère parler de stimulations, mais de situations-stimulus, c'est dire que l'homme se trouve

toujours dans une situation complexe où tous les éléments associés de stimulations comptent à travers les différents canaux sensoriels.

II - Maintenant si on fait intervenir la NOTION de SIGNIFICATION d'un BRUIT, la question d'intensité se trouve remise au second plan ; c'est ainsi qu'un faible bruit peut être mal supporté par un voisin solitaire et insatisfait de son état.

D'une façon générale, les bruits attribués à l'homme sont moins bien supportés que les autres bruits (on supporte mieux les oiseaux sauvages que les canaris appartenant à quelqu'un) ; il en est de même et pour la même raison, des bruits mécaniques dus à l'action de l'homme. D'autre part, les signaux sonores ne sont pas arrêtés par les obstacles matériels comme les signaux lumineux et ils envahissent le territoire du sujet, gênant l'appropriation de son espace.

On a pu montrer l'intensité de la réaction déclenchée par un faible bruit d'appel d'un nouveau né sur une mère endormie ; de plus on a mis en évidence l'inclinaison de l'enfant nouveau né vers sa mère lorsqu'il entend la voix de celle-ci, bien qu'il ne soit pas question qu'il "comprenne" quelque chose.

III - C'est pourquoi on peut essayer de définir ce qu'est le bruit pour celui qui le perçoit, autrement dit quel est le bruit "pour soi" par rapport au bruit "en soi".

Là s'opposent deux ordres de dimension dont il faut bien étudier le rapport pour situer la question.

Le bruit du physicien est la mesure physique. En ce sens, l'instrument de mesure ne distingue pas (si l'on ne tient compte que des intensités en dB et en dehors du spectre de fréquence) entre la Petite Musique de Nuit, de Mozart, et un bruit de scie circulaire, ceci est une évidence.

COMMENT DIMINUER LE BRUIT

Il nous faut trouver un compromis entre l'usage d'un bâtiment, d'une machine, dans des conditions requises de sécurité et de rentabilité et le bruit qui doit rester compatible avec une vie confortable.

Ce compromis est d'autant plus difficile à trouver que l'étude acoustique intervient plus tardivement quand le bâtiment, l'usine ou le quartier sont construits ! quand une machine est mise en place. Et les problèmes de bruit sont encore plus difficiles à résoudre, parfois impossible et toujours coûteux.

Il faut y penser avant.

I - Eloigner les sources de Bruit

Le bruit provenant d'une source ponctuelle décroît de 6 dB quand on double la distance à la source ; comme les ronds dans l'eau, les ondes sonores propagées dans l'atmosphère répartissent leur énergie à la surface d'une sphère de rayons croissants, cette surface augmente comme le carré du rayon et la densité d'énergie décroît en proportion. A cet effet géométrique s'ajoute une atténuation moléculaire, importante pour les fréquences aiguës, et qui dépend de l'humidité et de la température.

II - Supprimer les Sources du Bruit

Une machine silencieuse est une bonne machine ; il n'y a ni chocs, ni frottements, causes de vibrations. La puissance utilisée est inférieure aux possibilités de la machine. Les surfaces flexibles sont amorties par des matériaux plastiques. Enfin, si des liquides circulent, les sections de passage doivent être suffisantes et de variations assez progressives pour éviter les turbulences.

III - Amortir les Vibrations Solides

Pour pallier l'impossibilité d'un équilibrage parfait, le chemin de propagation des vibrations dans les solides soit être coupé par des joints souples, des supports élastiques. De plus, les revêtements des parois et supports doivent apporter un amortissement, qui est une dissipation irréversible d'énergie vibratoire en chaleur.

IV- Isoler du Bruit

par des parois, écrans, espaces clos.

Une fenêtre, un mur, un épais rideau d'arbres, un talus sont des écrans acoustiques ; mais un meilleur isolement est obtenu par des enclos complets.

Une cloison est caractérisée par son coefficient de transmission

V - Mais il est encore préférable d' Absorber le Bruit

Pour ce faire, il suffit d'utiliser des matériaux absorbant l'énergie sonore. La proportion d'énergie sonore qui disparait est le "coefficient d'absorption" exprimé en pourcentage.

Le défaut d'absorption dans une pièce crée le phénomène de réverbération, sorte d'écho continu. La diminution de cette réverbération, par addition d'absorbant, est la correction acoustique du local.

Le problème de l'insonorisation est complexe et l'ingénieur acousticien doit utiliser judicieusement les phénomènes de résonance, propagation, amortissement, transmission, absorption ...

VI - Autres Recherches en Cours

De nombreuses autres recherches sont en cours.

1) Les Bruits dans l'HABITATION

font l'objet d'études considérables : choix et mise en oeuvre des matériaux, construction soignée du gros-oeuvre et des équipements et une réglementation sévère devraient garantir le confort acoustique.

2) Les Bruits de la CIRCULATION au Sol

principalement automobile. Les Bruits des moteurs, les bruits de roulement.

L'aérotrain entraine une diminution appréciable du bruit et des pollutions. Le tracé des routes, les rues souterraines, les croisements à niveaux séparés sont des éléments importants de l'urbanisme actuel.

3) Le Bruit des AVIONS

est considéré comme le problème le plus difficile en raison des exigences de poids et de sécurité. Des travaux très couteux sont en cours, des centaines de laboratoires travaillent et obtiennent des résultats déjà "audibles" lors de la mise en service des nouvelles générations d'avions.

Seul exemple dans le monde, l'organisation Internationale de l'Aviation Civile s'est imposée une règlementation très sévère à la limite des possibilités techniques.

4) L'Industrie Mécanique Générale

ne fait encore que peu d'efforts contre le bruit. Seule une réglementation internationale et les exigences de silence par la clientèle éviteront que le constructeur soit pénalisé par le prix de revient légérement supérieur d'une machine silencieuse.

LA LEGISLATION et LA REGLEMENTATION

contribuent à cette lutte contre le bruit.

La lutte contre le bruit est devenue une question d'hygiène publique un impératif sanitaire et social.

Chacun doit s'appliquer à limiter le bruit : inutiles bruits des transistors, des fermetures brutales de portes, de fenêtres, de rideaux de garage et de boutique.

I - Légalement des mesures sont prises sur le PLAN LOCAL

Le code de la santé publique énumère dans l'ART. 103 bis les bruits qui peuvent être sanctionnés. Ce n'est d'ailleurs qu'une liste indicative et non limitative, étant bien précisé que "tout bruit causé sans nécessité ou dû à un défaut de précaution sera interdit"...!!

On peut retenir notamment pour les bruits extérieurs :

- les bruits résultant de travaux sur la voie publique
- l'usage en plein air de sifflets, sirènes...
- les haut-parleurs
- les tirs
- les bruits provenant de divertissements dans les bals...
- les aboiements, bruits d'animaux...

. c'est également au plan local que peuvent être assignées des limites réglementaires aux bruits imputables aux établissements industriels susceptibles d'être une cause de gêne ou de nuisance pour le voisinage.

Ces établissements sont répartis en trois classes "suivant les dangers ou la gravité des inconvénients inhérents à leur exploitation".

La loi précise en effet (Article 1er) que "les manufactures, ateliers, usines, magasins, chantiers et tous établissements industriels ou commerciaux qui présentent des causes de danger ou des inconvénients soit pour la sécurité, la solubrité ou la commodité du voisinage, soit pour la santé publique, soit encore pour l'agriculture sont soumis à la surveillance de l'autorité administrative".

La décision du Préfet édicte les prescriptions tant au moment de l'ouverture qu'au cours du fonctionnement lorsque la nécessité s'en fait sentir.

L'article 15 du décret de 1964 stipule que "l'arrêt préfectoral d'autorisation fixe les conditions jugées indispensables pour la protection des intérêts mentionnés à l'article 1er de la loi du 19 décembre 1917.

Plusieurs sanctions administratives sont prévues par la loi ; lorsque les intérêts du voisinage ne sont pas garants (Art. 19) suspension de l'autorisation et fermeture des établissements classés (Art. 31 - 35).

II - Sur le PLAN NATIONAL

Plusieurs départements industriels sont responsables tant de l'application des textes en vigueur que de l'intervention de dispositions nouvelles destinées à la repression des bruits excessifs d'origines diverses.

- En ce qui concerne les établissements industriels, on applique la loi du 19 décembre 1917, le problème relève de la compétence du Ministre de l'Industrie et du Ministre chargé de la Santé Publique.

- Les bruits à l'intérieur des locaux de travail sont réglementés par un décret en date du 12 avril 1969.
Il impose aux chefs d'établissement l'obligation "de maintenir l'intensité des bruits supportés par les travailleurs à un niveau compatible avec leur santé, par la réduction de l'intensité des bruits, à leur source d'émission, l'isolement des ateliers bruyants, l'insonorisation des locaux ou la mise en oeuvre des techniques ou tous autres moyens appropriés".

Il est interessant de noter qu'un décret du 30 août 1963 a prescrit aux médecins en vue de la prévention, la déclaration des maladies suceptibles d'être imputables aux bruits et vibrations et qu'un décret du 10 avril 1963 a reconnu la surdité professionnelle comme maladie ouvrant droit à réparation.

- Pour les véhicules à moteur, le code de la route consacre plusieurs articles au bruit.

Les taux maxima acceptables à partir du 1er janvier 1964 ont été fixés par un arrêté ministériel des Ministres des Travaux Publiques, des Transports et de la Santé Publique.

- Pour les bruits produits par les bateaux de navigation intérieure réglementation par un arrêt du ministère de l'Equipement (20 mai 1966) ; la limite tolérable est fixée à 75 dB, mesurée à 25 mètres.

- Les engins de chantier ont été réglementés : décret 18 avril 1969

- L'isolement acoustique des nouveaux batiments d'habitation doit être assuré en vertu du décret n° 69-596 du 14 juin 1969 fixant les règles générales de construction des batiments d'habitation et de son arrêté d'application de même date.

- Dans le réglement intérieur des établissements hospitaliers on envisage d'insérer de notables dispositions de nature à pallier les inconvénients très signalés et dénoncés en particulier par la Commission technique d'Etude du Bruit.

- Enfin nous l'avons vu, l'un des sujets les plus inquiétants à l'heure actuelle concerne l'étude des moyens de protection des populations voisines des aérodromes.

CATEGORIES DE VEHICULES	NIVEAUX SONORES MAXIMA en dB
Cyclomoteurs.....	76
Vélomoteurs et véhicules assimilés.....	80
Motocyclettes et motoculteurs.....	86
Véhicules utilitaires d'un poids total en charge inférieur ou égal à 3.5 tonnes.....	83
Voitures particulières.....	83
Véhicules de transport en commun.....	90
Véhicules utilitaires d'un poids total en charge supérieure à 3.5 tonnes : tracteurs, machines agricoles, ...	90

Une commission chargée de ce problème a déterminé des zones "non oedificandi".

Le PADCG (Plan d'Aménagement de la région Parisienne) a prévu deux zones de protection pour l'aéroport de Roissy et l'extension d'Orly a posé des problèmes délicats en considération des nombreuses habitations riveraines et de la proximité d'Hopitaux.

Nous voyons donc que si les divers réglements et lois en vigueur étaient rigoureusement appliqués, on obtiendrait de notables résultats.

Beauvais
Clermont
Compiègne
Soissons
Senlis
Pontoise
ROISSY-EN-FRANCE
Meaux
AGGLOMÉRATION PARISIENNE
Versailles
ORLY
Rambouillet
Corbeil
Melun
Provins
Zone de nuisance grave
Zone de nuisance
Autoroute
Forêt

CONCLUSION

Nous ne connaissons pas encore tout sur le bruit mais nos connaissances nous permettent de le mesurer suffisamment précisément.

D'autre part, il est évident que l'action du bruit sur l'individu est néfaste.

Faut-il croire les statistiques qui rendaient le bruit responsable en 1969 de 11 % des accidents de travail, et de 70 % des névroses.

Un fait est certain et prouvé expérimentalement, le bruit agit :

- sur l'oreille provoquant des atteintes définitives

- sur le sommeil en diminuant la durée et en en modifiant la qualité ; or le sommeil est un élément indispensable à tout équilibre physique et mental.

- sur le système nerveux l'altérant sur le plan neurologique et psychique et ne lui permettant plus de remplir ses fonctions d'organe d'intégration et de régulation des grands systèmes de l'organisme : respiratoire, cardiovasculaire, endocrinien.

- sur chaque sujet qui le perçoit en fonction de ce qu'ont été sa vie, son histoire, ses intérêts, ses activités et de ce que sont son projet et son travail Hic et Nunc.

D'où la nécessité d'une prise de conscience collective de la gravité de cette nuisance qui est liée à un système économique, législatif, politique, mais aussi personnel.

En tout état de cause l'accent parait devoir être mis sur le caractère d'importance que revêt l'éducation du public par tous les moyens : enseignement scolaire, presse, radio, télévision.

La vie en société exige de tous et de chacun de nécessaires contraintes qu'il est préférable d'accepter de plein gré comme un devoir social que de subir par les moyens légaux.

Il s'agit en effet d'un problème de responsabilité collective.

Le Docteur Lehmann disait : "Ce ne sont ni les moyens, ni les connaissances qui nous manquent pour porter remède au bruit ; le tout est d'être prêts à y consacrer une partie de notre énergie et de nos richesses".

BIBLIOGRAPHIE

Le Bruit.....	Nicolas JACOB
Le Bruit : mesures.....	P. LIENART
Le Bruit et la Santé de l'Homme.....	Cl. LERCY
Le Bruit en France.....	G. MOREAU
Le Bruit : Problèmes législatifs.....	L. BOUVIER
Les Nuisances des Avions.....	J. MONTAGUTELLI

Notes du colloque de Royan

Guide statistique BNP. 1972

VU, le Président de Thèse

Monsieur le Professeur SAPIN JALOUSTRE

VU, le Doyen

Monsieur le Professeur ETIENNE J. P.

VU, le Recteur

M. MALLET